

A concise English translation of Japanese Patent

Application Laid-open No. 2000-019470

[0015] Fig. 1 shows a system configuration according to an embodiment of the present invention.

[0016] In Fig. 1, reference numeral 1 denotes a light source; 2, a spectrum of the light source; 3, a Mach-Zehnder (MZ) intensity modulator with its optical path difference being p ; 4, a sinusoidal oscillator with a frequency $f/2$; 5, DSB-SC spectrum; 6, an external light intensity modulator; 7, a transmission digital signal; 8, a spectrum of a modulated DSB-SC signal; 9, an optical transmitter; 10, an optical fiber; 11, an optical receiver; 12, a spectrum of an ASK signal; 13, an ASK signal at a carrier frequency f ; and 14, an optical receiver. Non-modulated light generated by the light source is introduced into the intensity modulator 3 with its optical path difference being p . Upper and lower light side bands are generated by suppressing an optical carrier at a sinusoidal wave at a frequency $f/2$. These upper and lower light side bands are introduced into the external intensity modulator 6 to be intensity-modulated with the transmission digital signal. Such signal transmitting method dispenses with

THIS PAGE BLANK (USPTO)

an optical demultiplexer, so that at the optical receiver 14, it is possible to obtain a high frequency ASK signal having a high quality which is not influenced by optical frequency fluctuations of the light source.

[0017] The effectiveness of the present invention was verified by conducting tests in the following manner. The 1.5 μm band light source 1 is introduced into the MZ intensity modulator 3 with its optical path difference being p . DSB-SC is generated with a sinusoidal wave at a frequency 6.8 GHz, and then, introduced into the external light intensity modulator 6 so as to be intensity-modulated with a 100 Mbps pseudo random signal (the digital signal 7), and thereafter, to be transmitted with a 1.3 μm band zero dispersion single-mode optical fiber 10. Fig. 3 illustrates an optical spectrum when a phase modulation index in the MZ intensity modulator 3 is 0.5. a carrier has lower power by 12dB than that of primary side bands and secondary side bands have lower power by 15dB than that of the primary side bands.

[0018] The test results show that when the frequency of the light source 1 was changed by 6.8 GHz, optical side bands were both lost according to the conventional technique using an optical demultiplexer. According to

THIS PAGE BLANK (USPTO)

the embodiment of the present invention, it was verified that there was no change in optical transmission power. Further, with respect to a CN ratio after light has been received when a transmission distance was changed under the condition that received light power was kept constant, such CN ratio was compared with the DSB method. In the case of DSB modulated with a sinusoidal wave at the frequency 13.6 GHz, a signal power drops at 14km, and a CN ratio significantly degraded. According to the embodiment of the present invention, a change of CN was on the negligible level. Consequently, it was verified that effect of dispersion was sufficiently reduced.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-019470
 (43)Date of publication of application : 21.01.2000

(51)Int.CI.

G02F 1/01
 H04B 10/152
 H04B 10/142
 H04B 10/04
 H04B 10/06
 H04B 10/28
 H04B 10/26
 H04B 10/14

(21)Application number : 10-182411

(71)Applicant : NIPPON HOSO KYOKAI <NHK>

(22)Date of filing : 29.06.1998

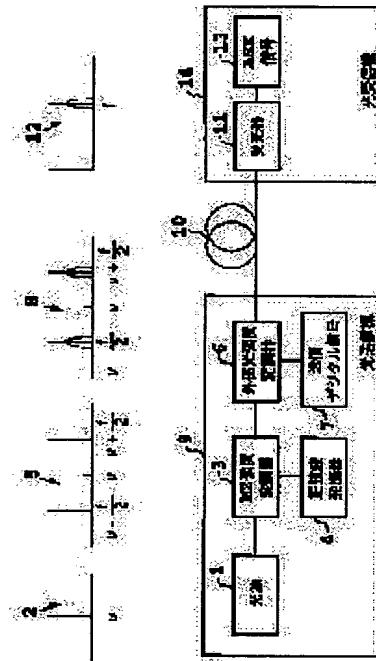
(72)Inventor : MAEDA MIKIO
 FURUTA HIROYUKI

(54) LIGHT TRANSMITTER FOR SENDING ASK HIGH FREQUENCY SIGNAL BY OPTICAL FIBER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain ASK(amplitude shift keying) high frequency signals of good quality without using a branching filter.

SOLUTION: In the light transmitter 9, nonmodulated light generated at a light source 1 is guided to a Mach-Zehnder type intensity modulator 3 having an optical path difference p to generate vertical optical side wave in which light carrier waves are suppressed by since waves of frequency f/z , then the vertical optical side waves are guided into an external intensity modulator 6 to execute intensity modulation by a transmission digital signal 7. Thereby, high frequency ASK signals of carrier frequency (f) is obtained by output from a light receiver 11 at an optical receiver 14 side.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-19470

(P2000-19470A)

(43)公開日 平成12年1月21日 (2000.1.21)

(51)Int.Cl.⁷

G 0 2 F 1/01

識別記号

F I

テマコード(参考)

H 0 4 B 10/152
10/142
10/04

G 0 2 F 1/01

H 0 4 B 9/00

B 2 H 0 7 9

C 5 K 0 0 2

L

Y

審査請求 未請求 請求項の数1 O.L (全 5 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願平10-182411

(71)出願人 000004352

日本放送協会

東京都渋谷区神南2丁目2番1号

(22)出願日

平成10年6月29日 (1998.6.29)

(72)発明者 前田 幹夫

東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放
送協会 放送技術研究所内

(72)発明者 古田 浩之

東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放
送協会 放送技術研究所内

(74)代理人 100077481

弁理士 谷 義一 (外3名)

Fターム(参考) 2H079 BA01 CA04 HA23 KA11

5K002 AA01 AA02 CA14 CA16 DA05

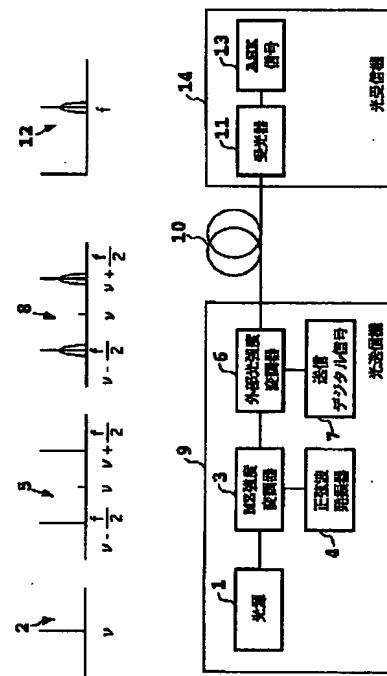
FA01

(54)【発明の名称】 ASK高周波信号の光ファイバ伝送用光送信機

(57)【要約】

【課題】 分波器を使用せずに良質なASK高周波信号を得る。

【解決手段】 光送信機9では光源1で発生された無変調光を光行路差が π のマッハツェンダ型強度変調器3に導き、周波数 $f/2$ の正弦波で光搬送波を抑圧した上下の光側波を発生させ、上下の光側波を外部強度変調器6に導き、送信デジタル信号7で強度変調することにより光受信機14側の受光器11の出力で搬送周波数 f の高周波ASK信号を得る。



【特許請求の範囲】

【請求項1】光送信機から光ファイバを介して光を搬送し、光受信機側の受光器の出力で搬送波周波数 f のASK高周波信号を取得するASK高周波信号の光ファイバ伝送用光送信機において、前記光送信機では光源で発生された無変調光を光行路差が π のマッハツエンダ型強度変調器に導き、該マッハツエンダ型強度変調器により周波数 $f/2$ の正弦波で光搬送波を抑圧した上下の光側波を発生させ、該上下の光側波を外部光強度変調器に導き、送信デジタル信号で光強度変調することにより光ファイバ伝送用光出力を得ることを特徴とするASK高周波信号の光ファイバ伝送用光送信機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ASK (Amplitude Shift Keying) 信号を、光ファイバにより搬送された光を受光して取得するASK高周波信号の光ファイバ伝送用光送信機に関する。

【0002】

【従来の技術】光ファイバは使用波長により伝送速度が異なる。高い周波数の正弦波で光強度を変調して伝送すると、光ファイバの分散に起因した光上側波、光搬送波、光下側波の到着時間差により受光後のCN比が劣化するという問題がある。

【0003】光ファイバの分散の影響を除去する方法として、一方の光側波帯を除去する片側波帯 (Single Side Band 以下ではSSBと書くこととする) 方式が提案されている。SSBは送信デジタル信号で変調された電気の変調波で強調変調して得られる光搬送波と上下の光側波帯 (Double Side Band 以下DSB方式と書くこととする) のうちから一方の光側波帯を光フィルタ等で除去して得ることができる(久利他：“光外部変調による60GHzミリ波・光ダウンリンク伝送実験”信学技報、OCS97-115, 1998)。なお、この方法は光フィルタや光分波器を用いない本発明とは分野が異なる。

【0004】また、電気でSSBを得るのと同じ考え方を光に適用した方法も提案されている。(G. H. Smith：“Novel Technique for Generation of Optical SSB with Carrier using a Single MZM to Overcome Fiber Chromatic Dispersion”, Microwave Photonics Conf., MWP'96, PD P-2, 1996)この方法はまず送信デジタル信号で周波数 f の正弦波をPSK変調して2分配し、一方に $\pi/2$ の高周波の位相差を与える。次に、このふたつの電気の変調信号を光行路差を $\pi/2$ とした平衡型MZ変調器に与えて光SSB変調波を得る。これを光ファイバで伝送後に受光して搬送周波数 f のPSK信号を得るものである。この方法は、光分波器等は不要であるが、高周波の変調器が必要であることが本発明とは異なる。

【0005】光ファイバの分散の影響を除去する別の方

法として光搬送波を抑圧した上下光側波 (Double Side Band and Suppressed Carrier 以下DSB-SCと書くこととする) 方式が公知であり、図2で説明する。15は光源、16は光源のスペクトラム、17は光行路差が π のマッハツエンダ型 (MZ) 強度変調器である。18は周波数 $f/2$ の正弦波発振器、19はDSB-SCスペクトラム、20は光分波器である。21は外部光強度変調器、22は送信デジタル信号、23は光合波器、24は変調を施したDSB-SC信号のスペクトラムである。

10 25は光送信機、26は光ファイバ、27は受光器、28はASK信号のスペクトラムである。29は搬送波周波数 f のASK信号、30は光受信機である。

【0006】このDSB-SC方式では先ず、無変調光を行路差が π のMZ強度変調器17に導き、周波数 $f/2$ の正弦波で変調して光搬送波を抑圧した上下の光側波を発生させる。次にこの側波を光分波器20で分離して一方に送信デジタル信号で変調した後に合波して伝送し、受光後に周波数 f の信号を得るものである (R. Hofstetter et. al: "Dispersion Effects in Optical Millimeter-Wave Systems Using Self-Heterodyne Method for Transport and Generation", IEEE Trans. MTT, Vol. 43, No. 9, pp. 2263-2269, 1995 を参照)。この方法も光分波器が必要であることが本発明と異なる。

【0007】光送信機においてMZ変調器以外の方法でDSB-SCを作つて伝送し、受光後にASK信号を得る方法も報告されている (K. Kitayama: "Highly-stabilized, Tunable Microwave Generation by Using Fiber-optic Comb Generator", Microwave Photonics Conf., MWP'96, PDP-4, 1996)。

30 【0008】この方法は、先ず單一周波数の光源から等しい周波数間隔 f の多数の櫛状の光波を作り、このうちの2つの光波を光分波器で抜き出して合成し、 $f/2$ の正弦波で光行路差が π の変調器で発生させたものと等価なDSB-SC信号を得る。次にこの2光波を外部強度光変調器に導き送信デジタル信号で強度変調して伝送し、受光後に搬送波周波数 f のASK信号を得るものである。この方法は両方の光側波を強度変調することは本発明と同じであるが、多数の光側波のなかから2波のみを抜き出すために光分波器が必要である。

40 【0009】この他に、DSB-SC方式を用いた高周波信号の伝送例として、多電極型分布帰還型レーザのレーザバイアス電流に送信デジタル信号を重畠して光周波数を変調し、これをMZ変調器に導きDSB-SCとして伝送後にPSK信号を得る方法が報告されている (小林他：“光周波数変調と光ファイバの波長分散を利用したマイクロ波の位相変調”，光波マイクロ波相互作用研究会, OMI96-19, 1997)。この方法は光ファイバの分散を利用して高周波のPSK信号を得るものである。光ファイバ長に応じて光周波数偏移が設定されるため、距離の異なる受信点に分配すると分散の影響を受ける。任意の

伝送距離で伝送可能となるように分散の影響を低減しようとする本発明とは異なるものである。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】従来の技術の中で、急峻な減衰特性を持った光分波器で分波する方法は、光源の光周波数が温度等で変動した場合に送信光電力が低下するという問題があった。また、分波器と合波器を用いる方式では分波器と合波器の間の2つの光路の光学長差が大きいと光源の位相雑音の影響により受信特性が著しく劣化することも上述のR. Hofstetter等により指摘されている。さらに、ふたつの光側波帶の周波数差が小さな場合には分波器の実現が難しいという問題がある。

【0011】また、上述のG. H. Smithの文献の光分波器を用いないSSB技術では、送信機に高周波の変調器が必要であった。

【0012】そこで、本発明の目的は、上述の点を考慮して、光分波器を使用しなくても良質な高周波ASK信号を得ることができるASK高周波信号の光ファイバ伝送用光送信機を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】このような目的を達成するために、請求項1の発明は、光送信機から光ファイバを介して光を搬送し、光受信機側の受光器の出力で搬送波周波数fのASK高周波信号を取得するASK高周波信号の光ファイバ伝送用光送信機において、前記光送信機では光源で発生された無変調光を光行路差がπのマッハツエンダ型強度変調器に導き、該マッハツエンダ型強度変調器により周波数f/2の正弦波で光搬送波を抑圧した上下の光側波を発生させ、該上下の光側波を外部光強度変調器に導き、送信デジタル信号で光強度変調することにより光ファイバ伝送用光出力を得ることを特徴とする。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施形態を詳細に説明する。

【0015】図1に本発明の実施形態のシステム構成を示す。

【0016】図1において、1は光源、2は光源のスペクトラム、3は光行路差がπのマッハツエンダ型(MZ)強度変調器である。4は周波数f/2の正弦波発振器、5はDSB-SCスペクトラム、6は外部光強度変調器である。7は送信デジタル信号、8は変調を施したDSB-SC信号のスペクトラムである。9は光送信機である。10は光ファイバ、11は受光器、12はASK信号のスペクトラムである。13は搬送波周波数fのASK信号、14は光受信機である。光源で発生された無変調光を光行路差がπの強度変調器3に導き、周波数f/2の正弦波で光搬送波を抑圧した上下の光側波を発生させる。この上下の光側波を外部強度変調器6に導き送信デジタル信号で強度変調する。このような信号伝送

方法は光分波器が不要であるため、光源の光周波数変動の影響を受けず良質な高周波ASK信号を光受信機14で得ることができる。

【0017】1. 5 μm帯の光源1を光行路差がπのMZ強度変調器3に導き、周波数6. 8 GHzの正弦波でDSB-SCを発生させ、これを外部光強度変調器6に導いて100Mbpsの擬似ランダム信号(デジタル信号7)で強度変調し、1. 3 μm帯零分散シングルモードの光ファイバ10で伝送する実験を行って本発明の有効性を検証した。MZ強度変調器3における位相変調指数を0. 5とした時の光スペクトラムを図3に示す。1次の側波帶に対して搬送波は12dB、2次側波帶は15dB電力が低いことがわかる。

【0018】実験の結果、光源1の周波数を6. 8 GHz変化させた時、光分波器を用いる従来の技術では光側波帶は両方とも失われることとなるが、本実施形態では光送信電力に変化がないことが確認された。また、受光電力一定の条件で伝送距離を変化させた場合の受光後のCN比をDSB方式と比較した。周波数13. 6 GHzの正弦波で変調したDSBでは14kmで信号電力が低下してCN比が著しく劣化したが、本実施形態ではCNの変化は無視できる範囲にあったことから分散の影響を十分に低減できていることを確認した。

【0019】

【発明の効果】以上、説明したように、請求項1の発明によれば、電気変調器や分波器を使用せずにASK高周波信号を伝送することができる、光ファイバの分散や光源の周波数変動あるいは位相雑音の影響を受けない信号伝送が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明実施形態のシステム構成および光のスペクトラム特性を示す構成図である。

【図2】従来のシステム構成および光のスペクトラム特性を示す構成図である。

【図3】本発明実施形態の光のスペクトラム特性を示す説明図である。

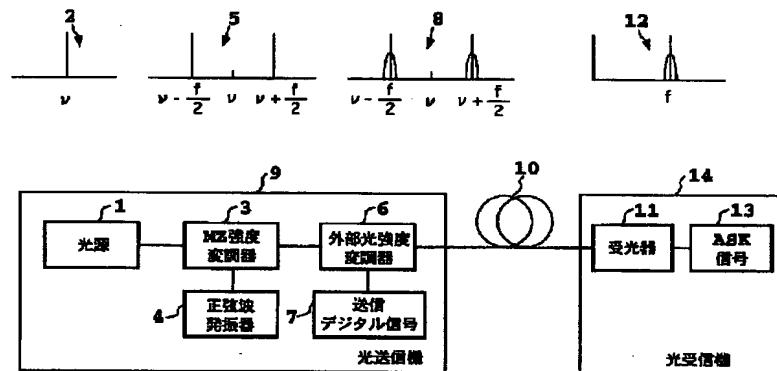
【符号の説明】

- 1, 15 光源
- 2, 16 光源のスペクトラム
- 3, 17 マッハツエンダ型強度変調器
- 4, 18 正弦波発振器
- 5, 19 DSB-SCスペクトラム
- 6, 21 外部光強度変調器
- 7, 22 (送信) デジタル信号
- 8, 24 DSB-SC信号のスペクトラム
- 9, 25 光送信機
- 10, 26 光ファイバ
- 11, 27 受光器
- 12, 28 ASK信号のスペクトラム
- 13, 29 ASK信号

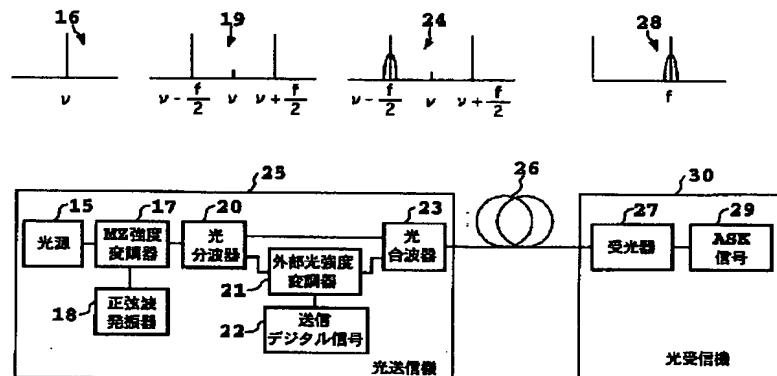
14, 30 光受信機
20 光分波器

23 光合波器

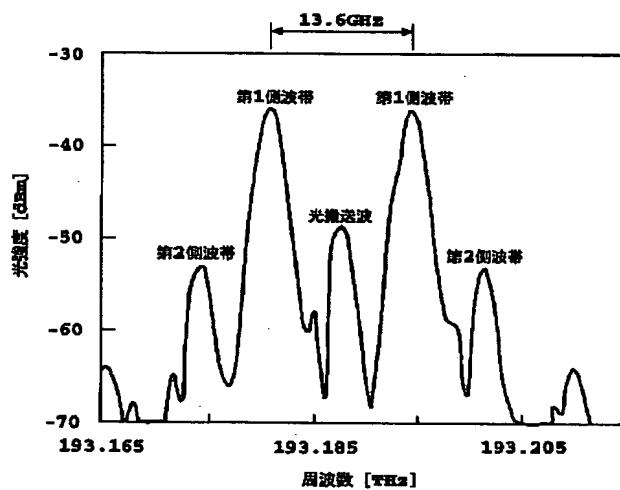
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

H 0 4 B 10/06

10/28

10/26

10/14

識別記号

F I

テ-マコ-ト (参考)

THIS PAGE BLANK (USPTO)